Übungsaufgaben zur Vorlesung Physikalische Chemie I – Kinetik

1 Tutorium – Stoßtheorie: Line-of-centers-Modell

Für die Reaktion von Sauerstoffatomen mit aromatischen Kohlenwasserstoffen wurde experimentell ein präexponentieller Faktor für den Arrhenius-Ansatz von $1,14 \cdot 10^{10} \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ bestimmt. Berechnen Sie daraus den Wirkungsquerschnitt ($\sigma = \pi d_{AB}^2$) für die Reaktion bei 240 K. Berechnen Sie des Weiteren den theoretischen Wirkungsquerschnitt zwischen Sauerstoff und Benzol sowie das Verhältnis aus experimentellem und theoretischem Wirkungsquerschnitt. Nehmen Sie hier als Radien $R(\text{O}) \approx 78 \text{ pm}$ bzw. $R(\text{C}_6\text{H}_5) \approx 265 \text{ pm}$ an.

2 Tutorium – Kinetische Gastheorie: Transportkoeffizienten

Berechnen Sie

- die Wärmeleitfähigkeit von Argon ($C_V = 12,5 \text{ J/(mol K)}$, $d = 0,34 \text{ nm}$) bei 20°C , gegeben durch $\kappa = \frac{1}{3} \lambda \langle v \rangle C_V[\text{Ar}]$.
- den Selbst-Diffusionskoeffizienten von Argon bei 25°C und 1 Pa, 100 kPa und 15 MPa, für den gilt: $D = \frac{1}{3} \lambda \langle v \rangle$.

Machen Sie sich jeweils klar, welchen Einfluss Druck und Temperatur auf die Wärmeleitfähigkeit bzw. den Diffusionskoeffizienten haben.

3 Übung – Stoßtheorie: Vergleich der Modelle

Die thermische Zersetzung von Acetaldehyd ist eine Reaktion zweiter Ordnung. Die Aktivierungsenergie beträgt 190 kJ/mol, der Moleküldurchmesser des Acetaldehyds $5 \cdot 10^{-8}$ cm.

- Berechnen Sie die Gesamtzahl der Stöße pro cm^3 und Sekunde bei 800 K und 1 bar Druck.
- Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeitskonstante k in $\text{l mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ unter der Annahme, dass jeder Stoß zur Reaktion führt.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante k unter der Annahme, dass nur die Stöße mit einer Energie größer der Aktivierungsenergie zur Reaktion führen.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante k nach dem Line-of-Centers-Modell und vergleichen Sie alle Werte.

4 Übung – Effusion: Knudsen-Methode

Eine Knudsenzelle ist eine bis auf eine kleine Öffnung allseitig umschlossene Zelle. Zur Ermittlung des Dampfdruckes bringt man eine Substanz in eine Knudsenzelle und erhöht die Temperatur der Zelle. Ein Teil der Substanz tritt durch das Loch in der Zelle aus. Man bestimmt dann durch Wiegen den nach einer bestimmten Zeit eingetretene Gewichtsverlust. Wie groß ist der Dampfdruck von Ag bei 1024 K, wenn in 90 min aus einer Knudsenzelle mit einem kreisförmigen Lochdurchmesser von 0,4 cm 11,85 mg Ag austreten?

5 Übung – Elektrochemie

Ein galvanisches Element besteht aus Zn und Fe Platten, welche in ihre Salzlösungen eingetaucht wurden (Zn^{2+} und Fe^{2+} Ionen). Geben Sie eine schematische Darstellung des Elementes (Anode|...|Kathode) und die Reaktionsgleichungen für den Ladungstransfer auf beide Elektroden. Für welche Konzentration von Fe^{2+} Ionen macht die Zellspannung (elektromotorische Kraft, EMK) des galvanischen Elementes gleich Null, wenn $[\text{Zn}^{2+}] = 0,001 \text{ mol/l}$?